

②

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-173453  
(P2000-173453A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.

H01J 9/02  
1/30  
29/04  
31/12

識別記号

P I

H01J 9/02  
1/30  
29/04  
31/12

特許庁 (参考)

E 5 C 0 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願平10-348562

(22) 出願日

平成10年12月8日 (1998.12.8)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 荒井 由高

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 山村 美樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100090828

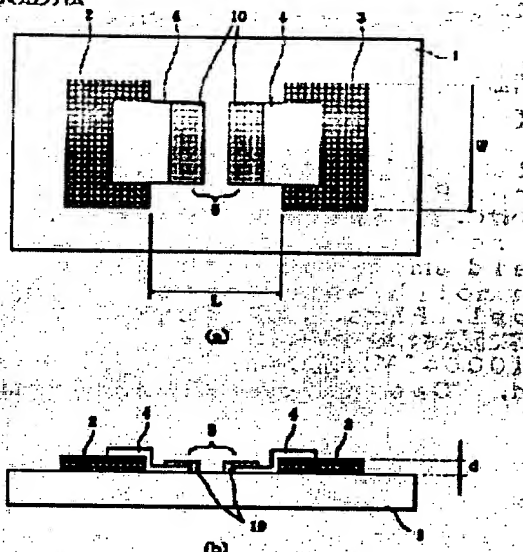
弁護士 渡辺 敏介 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像形成装置の製造方法  
例【要約】

【課題】 高輝度で高品位な画像形成を可能とする画像表示装置の電子源として適用可能な電子放出素子を提供する。

【解決手段】 素子電極2、3間に、電子放出部5を含む導電性膜4を有する電子放出素子の製造に際し、導電性膜4に高抵抗部からなる電子放出部5を形成した後、オレフィン系炭化水素と窒素から構成される混合気体中で、基板1を加熱しながら素子電極2、3間に電圧を印加して活性化処理を施す。



BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】基体上に形成された一対の電極間を接続する導電性膜の一部に間隙を形成する工程と、該間隙内の該基体上および、該導電性膜上に炭素を有する膜を形成する工程とを有し、  
該炭素を有する膜を形成する工程が、炭化水素ガスと、窒素ガスとを含むガスを前記間隙に接触させた状態で、前記基体を加熱しながら前記一対の電極間に電圧を印加する工程である、ことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】前記炭化水素ガスと窒素ガスとを含むガスの全圧が、 $1.3 \times 10^1 \sim 6.7 \times 10^4$  Paであり、前記炭化水素の分圧が、 $1.3 \times 10^0 \sim 1.3 \times 10^2$  Paであることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項3】前記基体を加熱する温度が、 $50^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項4】基体上に電子放出素子を複数個形成した電子源の製造方法において、該電子放出素子を請求項1乃至3のいずれかに記載の製造方法により製造することを特徴とする電子源の製造方法。

【請求項5】電子源と、画像形成材料とを有する画像形成装置の製造方法において、該電子源を請求項4に記載の製造方法により製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子、該電子放出素子を用いた電子源、該電子源を用いて構成した表示装置や露光装置等の画像形成装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子には大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子の2種類が知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、「FE型」と称す。）、金属/絶縁層/金属型（以下、「MIM型」と称す。）や表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】FE型の例としては、W. P. Dyke and W. W. Dolan, "Field Emission", *Advance in Electron Physics*, 8, 89 (1956)あるいはC. A. Spindt, "Physical Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", *J. Appl. Phys.*, 47, 5248 (1976)等に開示されたものが知られている。

【0004】MIM型の例としては、C. A. Mead, "Operation of Tunnel-Em-

ission Devices", *J. Appl. Phys.*, 32, 646 (1961)等に開示されたものが知られている。

【0005】表面伝導型電子放出素子の例としては、M. I. Elinson, *Radio Eng. Electron Phys.*, 10, 1290 (1965)等に開示されたものがある。

【0006】表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等によるSnO<sub>2</sub>薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SnO<sub>2</sub>薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久他：真空、第26巻、第1号、22頁(1983)]等が報告されている。

【0007】これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な例として、前記のM. Hartwellの素子構成を図7に模式的に示す。同図において1は絶縁性基板である。4は電子放出部形成用の導電性膜で、市型形状のパターンに形成された金属酸化物薄膜等からなり、後述のフォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部5が形成される。尚、図中のL'は0.5~1mm、W'は0.1mmで設定されている。

【0008】フォーミングとは、前記導電性膜4の両端に直流電圧あるいは非常にゆっくりとした昇電圧例えば1V/分程度を印加し、導電性膜4を局部的に破壊、変形もしくは変質せしめ、周囲より電氣的に高抵抗な状態にした電子放出部5を形成することである。尚、電子放出部5では導電性膜4の一部に亀裂が発生しており、その亀裂付近から電子放出が行われる。

【0009】上記フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子は、導電性膜4に電圧を印加し、素子に電流を流すことにより、上述電子放出部5より電子を放出せしめるものである。

【0010】また、例えば特開平7-235255号公報に開示されているように、フォーミングを終えた素子に対して活性化と呼ばれる処理を施す場合がある。活性化工程は、有機物質を含有する雰囲気下で、素子にパルス電圧の印加を繰り返すことで行うことができる。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素または炭素化合物を主成分とする膜が素子上に堆積し、素子電流I<sub>f</sub>、放出電流I<sub>e</sub>が、著しく変化するようになる。

【0011】上述の表面伝導型電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数

素子を行列形成できる利点がある。そこで、この特徴を生かせるようないろいろな応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等が挙げられる。

【0012】多数の表面伝導型電子放出素子を行列形成した例としては、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の表面伝導型電子放出素子の両端を配線にて夫々結線した行を多数行配列した電子源が挙げられる（例えば、特開昭64-31332号公報、特開平1-283749号公報、特開平2-257552号公報）。

【0013】また、特に表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置が、CRTに替わって普及してきたが、自発光型でないため、バックライト等を持たなければならない等の問題があり、自発光型の表示装置の開発が、望まれてきた。

【0014】表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と、この電子源より放出された電子によって可視光を発生せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置は、面積の装置でも比較的容易に製造でき、かつ表示品位の優れた自発光型表示装置である（例えば、アメリカ特許第5066883号）。

【0015】尚、従来、多数の表面伝導型電子放出素子より構成された電子源より、電子放出をし、蛍光体の可視光をさせる素子の構造は、上述の多数の表面伝導型電子放出素子を並列に配置し結線した配線（行方向配線と呼ぶ）と、該電子源と蛍光体間の空間に方向配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）に設置された制御電極（グリッド電極と呼ぶ）への適当な駆動信号によるものである（例えば、特開平1-283749号公報等）。

【0016】【課題を解決しようとする課題】前記電子源、画像形成装置等に用いられる表面伝導型電子放出素子については、明るく均一な表示画像を安定して提供できるような素子の開発が進められている。表面伝導型電子放出素子の一对の対向する素子電極に電圧を印加したとき、素子電流 $I_f$ と真空中に放出される放出電流 $I_e$ との電流比を効率と称し、効率が高い素子、つまり、素子電流は小さく、放出電流は大きい電子放出素子が望ましい。

【0017】本発明者は、電子放出特性を決定する要因として、電子放出部の構造が寄与すると考えている。活性化処理を施した場合には、フォーミングにより形成した亀裂である間隙内の基板上及び間隙近傍の導電性膜上に炭素を有する膜が堆積し、この結果、電子放出特性が大きく変化する。安定で制御された電子放出特性と、電子放出効率の向上が実現すれば、例えば蛍光体を画像形成部材とする画像形成装置においては、低電流で明るい高品位な画像形成装置、例えばフラットテレビが実現される。また、低電流化に伴い、画像形成装置を構成する駆動回路等も安価になることも期待できる。

【0018】しかしながら、これら表面伝導型電子放出素子の真空中の挙動には、未解明点が存在し、さらなる

電子放出特性の向上と安定した電子放出が望まれていた。本発明者の検討の結果、このうち放出電流 $I_e$ については、炭素を有する膜中に含まれる窒素量によって左右されることが判明した。すなわち、活性化を行って炭素を有する膜を堆積する場合、炭素を有する膜中の窒素含有量を制御するようなプロセスを導入すると、条件によっては高い効率を示すことを見いだした。放出電流 $I_e$ が窒素含有量で変化する要因としては、窒素を炭素を有する膜中に包含することで、仕事関数の低下、あるいは、電子散乱係数の増加があるためと考えている。

【0019】一方、上述の電子放出素子の製造プロセスには、真空排気を要する工程が含まれる。各工程で、高い真空度まで装置を排気することは、高価な真空排気装置を必要とする上に、真空排気完了までの時間を要し、装置もそれなりの密封性を持たなくてはならない。さらに、この電子放出素子を備えた電子源、もしくはこの電子源を使用した画像形成装置でも、このようなプロセスで電子放出素子を作成する場合には、製造工程において真空排気工程を要し、製造コストが高くなることになる。もちろん、最終的な電子放出は真空中で行われるが、製造段階での真空排気工程はできるだけ少なく、製造方法もできるだけ簡便であることが望ましい。

【0020】本発明は、上記課題を鑑み、効率が高く、安定な電子放出特性を実現できる表面伝導型電子放出素子の製造方法とそれを用いた電子源の製造方法及び画像形成装置の製造方法を提供するものである。また、本発明の別の目的は、効率が高く、安定な電子放出特性を実現できる表面伝導型電子放出素子を、高真空まで排気する工程を要さない、簡単なプロセスで作成する製造方法を提供し、さらにそれを用いた電子源及び画像形成装置の製造方法を提供するものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した課題を解決するために鋭意検討を行って成されたものであり、下述する構成のものである。

【0022】すなわち、本発明は、基体上に形成された一对の電極間を接続する導電性膜の一部に間隙を形成する工程と、該間隙内の該基体上および、該導電性膜上に炭素を有する膜を形成する工程とを有し、該炭素を有する膜を形成する工程が、炭化水素ガスと、窒素ガスとを含むガスを前記間隙に接触させた状態で、前記基体を加熱しながら前記一对の電極間に電圧を印加する工程である、ことを特徴とする電子放出素子の製造方法である。

【0023】好ましくは、前記炭化水素ガスと窒素ガスとを含むガスの全圧が、 $1.3 \times 10^1 \sim 6.7 \times 10^4$  Paであり、前記炭化水素の分圧が、 $1.3 \times 10^0 \sim 1.3 \times 10^2$  Paであり、前記基体を加熱する温度が、 $50^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ である。

【0024】また、前記炭化水素ガスは、液体状態で気体であるメタン、エタン、プロパン、ブタン等の飽和炭

BEST AVAILABLE COPY

化水素、および、エチレン、プロピレン、ブテン、アセチレン等の不飽和炭化水素より成る群より選ばれるのが望ましいが、蒸気圧の高いものであれば、標準状態で液体あるいは固体である炭化水素を加熱して使用することもできる。

【0025】また本発明は、基板上に電子放出素子を複数個形成した電子源の製造方法において、該電子放出素子を上記本発明の電子放出素子の製造方法により製造することを特徴とする電子源の製造方法である。

【0026】さらに本発明は、電子源と、画像形成材料とを有する画像形成装置の製造方法において、該電子源を上記本発明の電子源の製造方法により製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法である。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好ましい実施態様について述べる。

【0028】まず、本発明にかかわる表面伝導型電子放出素子の基本的な構成について説明する。

【0029】図1の(a)、(b)は、それぞれ、本発明にかかわる基本的な平面型の表面伝導型電子放出素子の構成を模式的に示す平面図及び断面図である。図1において、1は基板、2と3は電極(素子電極)、4は導電性膜、5は電子放出部、10は炭素を有する膜である。

【0030】基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等によりSiO<sub>2</sub>を積層した積層体及びアルミナ等のセラミックス等が挙げられる。

【0031】対向する素子電極2、3の材料としては導電性を有するものであればどのようなものであっても構わないが、例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Ag、Au、RuO<sub>2</sub>、Pd-Ag等の金属或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体材料等が挙げられる。

【0032】素子電極間隔L、素子電極の長さW、導電性膜4の形状等は、この素子の応用形態等によって適宜設計され、例えば、後述する表示装置で、テレビジョン等では、画像サイズに対応した画素サイズが設計され、とりわけ、高品位TVでは、画素サイズが小さく、高精細さが要求される。そのため、電子放出素子のサイズが限定されたなかで、十分な輝度を得るためには、十分な放出電流が得られるように設計される。

【0033】素子電極間隔Lは、数百Å～数百μmであり、素子電極の製法の基本となるフォトリソグラフィ技術、すなわち、露光機の性能とエッチング方法等、及び、素子電極間に印加する電圧等により設定されるが、好ましくは、数μm～数十μmである。

【0034】素子電極の長さW、及び、膜厚dは、電極

の抵抗値、前述した配線との結線、多数配置された電子源の配置上の問題より適宜設計され、通常は、素子電極の長さWは、数μm～数百μmであり、素子電極の膜厚dは、数百Å～数μmである。

【0035】基板1上に設けられた対向する素子電極2と素子電極3上に導電性膜4が配された場合を図1に示したが、図1に示された場合だけでなく、素子電極2、3上には導電性膜4が形成されない場合もある。すなわち、基板1上に、導電性膜4、対向する素子電極2、3の順に積層構成した場合である。導電性膜4の膜厚は、好ましくは数Å～数千Åで、特に好ましくは10Å～500Åであり、素子電極2、3へのステップカバレッジ、電子放出部5と素子電極2、3間の抵抗値及び、後述する通電処理条件等によって、適宜設定される。その抵抗値は、10<sup>3</sup>～10<sup>7</sup>Ω/□のシート抵抗値を示す。

【0036】導電性膜4を構成する材料の具体例を挙げると、Pd、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>6</sub>等の硼化物、TiC、ZrC、TaC、NbC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン、AgMg、NiCu、PbSn等であり、微粒子からなる微粒子膜である。

【0037】なおここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態(いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む)をとっている。微粒子の粒径は、数Å～数千Åの範囲、好ましくは、10Å～200Åの範囲である。

【0038】なお、本明細書では頻りに「微粒子」という言葉を用いるので、その意味について説明する。

【0039】小さな粒子を「微粒子」と呼び、これよりも小さなものを「超微粒子」と呼ぶ。「超微粒子」よりもさらに小さく、原子の数が数百個程度以下のものを「クラスター」と呼ぶことは広く行われている。

【0040】しかしながら、それぞれの境は厳密なものではなく、どのような性質に注目して分類するかにより変化する。また「微粒子」と「超微粒子」を一括して「微粒子」と呼ぶ場合もあり、本明細書中での記述はこれに沿ったものである。

【0041】「実験物理学講座14 表面・微粒子」(木下是雄 編、共立出版 1986年9月1日発行)では次のように記述されている。

【0042】「本稿で微粒子と言うときにはその直径がだいたい2～3μm程度から10nm程度までとし、特に超微粒子というときは粒径が10nm程度から2～3

nm程度までを意味することにする。両者を一括して単に微粒子と書くこともあってけっして厳密なものではなく、だいたいの目安である。粒子を構成する原子の数が2個から数十～数百個程度の場合はクラスターと呼ぶ。」(195ページ22～26行目)

【0043】付言すると、新技術開発事業団の“林・超微粒子プロジェクト”での「超微粒子」の定義は、粒径の下限はさらに小さく、次のようなものであった。

【0044】「創造科学技術推進制度の“超微粒子プロジェクト”(1981～1986)では、粒子の大きさ(径)がおおよそ1～100nmの範囲のものを“超微粒子”(ultra fine particle)と呼ぶことにした。すると1個の超微粒子はおおよそ100～108個くらいの原子の集合体という事になる。原子の尺度であれば超微粒子は大～巨大粒子である。」(「超微粒子—創造科学技術」林主税、上田良二、田嶋明編；三田出版 1988年 2ページ1～4行目)／「超微粒子よりさらに小さいもの、すなわち原子が数個～数百個で構成される1個の粒子は、ふつうクラスターと呼ばれる」(同書2ページ12～13行目)

【0045】上記のような一般的な呼び方をふまえて、本発明の電子放出素子の構成要素は、この集合体で、粒径の下限は数Å～10Å程度、上限は数μm程度のもを指すこととする。

【0046】電子放出部5は、導電性膜4の一部に形成された間隙と、間隙内の基板上及び間隙近傍の導電性膜上に形成された炭素を有する膜で構成される。尚、図1では導電性膜に形成された間隙よりも狭い間隙を置いて炭素を有する膜が対向配置されているが、炭素を有する膜は上記した導電性膜に形成された間隙よりも狭い間隙の一部でつながっている場合もある。

【0047】また、炭素を有する膜10は、窒素を含有する炭素もしくはアモルファスカーボンから構成される。この炭素を有する膜10の役割については、導電性膜4の一部として機能し、また、電子放出部5を構成する物質として電子放出特性を支配することが分かっている。本発明の製造方法においては、炭化水素と窒素の混合気体の減圧雰囲気下で活性化を施すが、混合気体の窒素分圧を変化させることで、炭素を有する膜中の窒素量が制御される。

【0048】また、電子放出素子を形成する基体を加熱することは、H<sub>2</sub>Oなど活性化時に炭素を有する膜が堆積する堆積反応の阻害要因となりうる成分の反応部位への吸着を防ぐと考えられる。その結果として炭化水素ガスの分解とその後の炭素を有する膜の堆積反応が促進され、同時に、窒素の分解と堆積物である炭素を有する膜への含有がより効率的に行われる。

【0049】炭素を有する膜10は、導電性と強電界下での安定性を有しているが、過剰の窒素を包むと半導体的性質をもつので、適正な範囲がある。また、窒素含有

量が多いと熱的に不安定になるので、この点でも適正な範囲が規定される。

【0050】また、本発明の製造方法では、炭化水素ガスと窒素との混合ガスの全圧は、 $1.3 \times 10^1 \sim 6.7 \times 10^4$  Paの範囲であり、所謂粘性流動域である。

【0051】粘性流動域の導入圧力とは、混合ガスを構成する気体分子の平均自由行程λが、電子放出素子が設置された空間内部の代表的寸法値(例えば、真空容器の内径もしくは、後述する画像形成装置における基板とフェースプレートとの距離)に比べて、十分小さくなる程度の圧力以上とする。

【0052】以下、活性化工程を粘性流動域で行う技術的な意味について説明する。活性化工程は、電子衝突あるいはジュール熱により、炭化水素の分解、重合を生じさせると考えられる。

【0053】本発明では、活性化工程において粘性流動域の導入圧力を使用するために、炭素を有する膜を形成する速度が増加する。加えて、活性化工程を、上記のように粘性流動域の圧力で行うことにより、真空装置を用いる場合に比べ、装置が簡易になったことはもちろん、真空装置内を排気するのに必要な時間を省略することが可能となる。

【0054】本発明の製造方法で作成された表面に導電性電子放出素子の電子放出特性が、窒素含有量で変化する要因として、窒素を炭素を有する膜中に含有することで、仕事関数の低下、あるいは、電子散乱係数の増加があるものと現在のところ考えている。

【0055】次に、本発明にかかわる別な構成の表面伝導型電子放出素子である垂直型の表面伝導型電子放出素子について説明する。

【0056】図2は基本的な垂直型の表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式的図面である。図2において、図1と同一の符号のものは、同一である。

【0057】基板1、素子電極2、3、導電性膜4、電子放出部5、炭素を有する膜10は、前述した平面型の表面伝導型電子放出素子と同様の材料で構成されたものである。

【0058】21は段差形成部である。段差形成部21は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO<sub>2</sub>等の絶縁性材料で構成され、段差形成部21の膜厚が、先に述べた平面型の表面伝導型電子放出素子の素子電極間隔に対応し、数十nm～数十μmであり、段差形成部の製法、及び、素子電極間に印加する電圧等により設定されるが、好ましくは、数十nm～数μmである。

【0059】導電性膜4は、素子電極2、3と段差形成部21作成後に形成するため、素子電極2、3の上に積層される。

【0060】本発明の電子放出素子の製造方法の一例を図3に示す。尚、図3中、4は導電性膜で例えば微粒子

BEST AVAILABLE COPY

膜が挙げられる。

【0061】以下、図1及び図3に基づいて本発明の製造方法の一例を順をおって説明する。

【0062】1) 基板1を洗剤、純水及び有機溶剤により十分に洗浄後、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、フォトリソグラフィ技術を用いて該基板1の面上に素子電極2、3を形成する(図3(a))。

【0063】2) 基板1上に設けられた素子電極2と素子電極3との間に、有機金属溶液を塗布して放置することにより、有機金属薄膜を形成する。尚、有機金属溶液とは、前述の導電性膜材料の金属を主元素とする有機化合物の溶液である。この後、有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターンニングし、導電性膜4を形成する(図3(b))。尚、ここでは、有機金属溶液の塗布法により説明したが、導電性膜4の形成法はこれに限られるものではなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピナー法等によって形成される場合もある。

【0064】3) つづいて、フォーミング処理を行う。このフォーミング処理は、図1に示すような電圧パルス印加方法を用いて、素子電極2、3間に、不図示の電源より通電処理が行われると、導電性膜4の一部に間隙6が形成される(図3(c))。

【0065】フォーミング処理は、パルス波高値が定電圧のパルス印加する場合と、パルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する場合とがある。

【0066】パルス波高値が定電圧のパルスを印加する場合の電圧波形を図4(a)に示す。図4(a)中、T1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、T1を1 $\mu$ sec. ~ 10msec.、T2を10 $\mu$ sec. ~ 100msec. とし、三角波の波高値(フォーミング時のピーク電圧)は、適宜選択し、真空雰囲気下で印加する。

【0067】次に、パルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する場合の電圧波形を図4(b)に示す。図4(b)中、T1及びT2は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、T1を1 $\mu$ sec. ~ 10msec.、T2を10 $\mu$ sec. ~ 100msec. とし、三角波の波高値(フォーミング時のピーク電圧)は、例えば0.1Vステップ程度づつ、増加させ、真空雰囲気下で印加する。

【0068】尚、フォーミング処理の終了は、パルス間隔T2中に、導電性膜4を局所的に破壊、変形しない程度の電圧、例えば0.1V程度の電圧で、素子電流を測定し、抵抗値を求め、例えば1M $\Omega$ 以上の抵抗を示した時、フォーミングを終了とした。この時の電圧を、フォーミング電圧 $V_{fm}$ と呼ぶことにする。

【0069】以上説明した間隙6を形成する際、素子の

電極間に三角波パルスを印加してフォーミング処理を行っているが、素子の電極間に印加する波形は三角波に限ることはなく、矩形波など所望の波形を用いても良く、その波高値及びパルス幅、パルス間隔等についても上述の値に限ることなく、間隙6が良好に形成されるように、導電性膜4の抵抗値等に合わせ、所望の値を選択する。

【0070】また、このフォーミング電圧は、素子の材料、構成等により一義的に決まるので、上記図4(b)に示すようなパルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する場合の方が、個々の素子に適正なフォーミングのエネルギーが容易に得られ、良好な電子放出特性が得られるので好ましい。

【0071】フォーミング処理以降の電気的処理は、図5に示す測定評価装置内で行うことができる。以下に測定評価装置を説明する。

【0072】図5は、図1で示した構成を有する素子の電子放出特性を測定するための測定評価装置の概略構成図である。図5において、1は基板、2及び3は素子電極、4は導電性膜、5は電子放出部を示す。また、51は電子放出素子に素子電圧 $V_f$ を印加するための電源、

52は素子の電子放出部5より放出される放出電流 $I_e$ を捕獲するためのアノード電極、53はアノード電極54に電圧を印加するための高圧電源、52は素子の電子放出部5より放出される放出電流 $I_e$ を測定するための電流計である。さらに、55は、素子を擁する基板1及びアノード電極54が予め設置された後、ポンプ56によって排気される密閉された真空装置であり、真空計60により真空度を計測できる。

【0073】また、真空装置55には、後述する活性化工程で使用する、窒素ガスボンベ57とオレフィン系炭化水素ガスボンベ58が、バルブ59を介して接続されている。なお、窒素ガスボンベ57及び炭化水素ガスボンベ58には、流量を制御できるマスフローコントローラ(不図示)が備えられている。炭化水素が常温で液体あるいは固体である場合には、炭化水素ガスボンベ58は、加熱手段の付属したアンプル管等で代用することができる。

【0074】電子放出素子の上記素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ の測定にあたっては、素子電極2、3に電源51と電流計50とを接続し、該電子放出素子の上方に電源53と電流計52とを接続したアノード電極54を配置している。また真空装置55には、高真空用の排気ポンプ及び真空計等、高真空装置に必要な機器が具備されており、所望の真空下で素子の測定評価を行えるようになっている。尚、排気ポンプは、ターボポンプ、ロータリーポンプからなる通常の高真空装置あるいは、オイルを使用しない、磁気浮上ターボポンプ、ドライポンプ等

の高真空装置系と更に、イオンポンプからなる超高真空装置系からなる。

【0075】また、真空装置全体、及び素子を備える電子源基板は、不図示のヒーターにより250℃まで加熱できる。

【0076】なお、電子放出素子の電子放出特性は、アノード電極54の電圧を1kV～1.0kV、アノード電極54と電子放出素子との距離Hを2mm～8mmの範囲で測定を行うことができる。

【0077】4) 次に、フォーミングが終了した素子に活性化処理と呼ぶ処理を施す。本発明における活性化処理とは、炭化水素ガスと窒素ガスとを含むガスを少なくとも前記間隙6に接触させた状態（例えば有機物質の存在する雰囲気下に素子を配置し）で、基板を加熱しながらフォーミング同様、素子電極2、3間にパルス電圧の印加を繰り返す処理のことを言い、雰囲気中の有機物質から、炭素を有する膜10を間隙6内の基板1上及び導電性膜4上に堆積することで、電子放出部5を形成し、素子電流If、放出電流Ieaが、著しく変化する処理である（図3（d））。

【0078】本発明における活性化処理では、炭化水素パルス電圧を印加するが、このときの好ましい混合ガスの全圧および両者の分圧比は、前述の応用の形態、真空容器の形状や、炭化水素の種類、設定する基板温度などにより異なるため、場合に応じ適宜設定される。

【0079】ここで適当な炭化水素としては、窒素と混合させることを考え、常温で気体であるものが望ましい。具体的には、メタン、エタン、プロパン、ブタン等の飽和炭化水素、エチレン、プロピレン、ブテン、アセチレン等の不飽和炭化水素である。しかし、常温で液体あるいは固体であっても、加熱して蒸気圧を高めれば使用することができる。その意味で炭素数の多い炭化水素や芳香族炭化水素も使用することができる。

【0080】この活性化処理により、雰囲気中に存在する炭化水素が分解し、同時にキャリアガスの窒素も分解されて、窒素を含む炭素を有する膜が素子上に堆積し、素子電流If、放出電流Ieaが著しく変化するようになる。さらに、電子放出素子を形成する基体を加熱して活性化処理を施す為、H<sub>2</sub>Oなど堆積反応の阻害要因となりうる成分の反応部位への吸着を防ぐと考えられる。その結果として炭化水素ガスの分解とその後の炭素を有する膜の堆積反応が促進され、同時に、窒素の分解と堆積物への含有がより効率的に行われる。

【0081】炭素を有する膜中の炭素とは、例えばグラファイト（いわゆるHOPG、PG、GCを包含するもので、HOPGはほぼ完全なグラファイト結晶構造、PGは結晶粒が20nm程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が2nm程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなったものを指す。）、非晶質カーボン

（アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す。）である。

【0082】ところで、本発明に係る表面伝導型電子放出素子における炭素を有する膜の堆積機構は必ずしも明らかとはなっていないが、熱、電子線、電界、光等のエネルギーが複雑に組み合わさることにより有機分子が分解し、堆積が起こると考えられている。同時に、雰囲気中に存在する窒素分子も、同様な機構で分解し、堆積物中に包含されると考えている。従って、活性化において導電性膜に印加するパルス、もしくは、選択する有機分子の種類およびその分圧比、さらには、堆積時の基板温度により、堆積物の物性（導電率、仕事関数、電子散乱係数、熱的安定性、機械的性質等）が異なる。従って、この物性が電子放出の特性を決める重要な因子となる。なお、堆積物の膜厚は、50nm以下の範囲とするのが好ましく、30nm以下の範囲とすることがより好ましい。

【0083】尚、図3（d）に示す様に、炭素を有する膜10はフォーミング等により導電性膜4に形成された間隙6よりも狭い間隙7を境いに対向して配置されているが、炭素を有する膜10は間隙7の一部でつながって

【0084】5) こうして作成した電子放出素子を、好ましくは、フォーミング処理及び活性化処理した真空度より高い真空度の真空中雰囲気にて駆動する。また、フォーミング処理及び活性化処理した真空度より高い真空度の真空雰囲気とは、好ましくは、約1.3×10<sup>-4</sup>Pa以上の真空度を有する真空度であり、より好ましくは、超高真空系で、炭素、及び炭素化合物が存在しないか、存在しても、ほぼ、堆積しない真空度である。

【0085】従って、これによって、これ以上の炭素及び炭素化合物の堆積を抑制することが可能となり、素子電流If、放出電流Ieaが、一定に安定する。

【0086】上述のような素子構成と製造方法によって作成された本発明にかかわる電子放出素子の基本特性について、図5及び図6を用いて説明する。

【0087】図5に示した測定評価装置により測定された放出電流Iea及び素子電流Ifと素子電圧Vtの関係の典型的な例を図6に示す。尚、図6においては、放出電流Ieaが素子電流Ifに比べて著しく小さいので、任意単位で示されている。図6からも明らかのように、本電子放出素子は放出電流Ieaに対する3つの特性を有する。

【0088】まず第1に、本素子はある電圧（しきい値電圧と呼ぶ；図6中のVth）以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流Ieaが増加し、一方しきい値電圧Vth以下では放出電流Ieaが殆ど検出されない。すなわち、放出電流Ieaに対する明確なしきい値電圧Vthを持った非線形素子である。

【0089】第2に、放出電流Ieaが素子電圧Vtに依

存するため、放出電流  $I_e$  は素子電圧  $V_f$  で制御できる。

【0090】第3に、アノード電極54に捕捉される放出電荷は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間に依存する。つまり、アノード電極54に捕捉される電荷量は、素子電圧  $V_f$  を印加する時間により制御できる。

【0091】一方、素子電流  $I_f$  は素子電圧  $V_f$  に対して単調増加する特性（MI特性と呼ぶ）及び電圧制御型負性抵抗特性（VCNR特性と呼ぶ）を示す場合があるが、これら素子電流の特性は、その製法に依存する。また、VCNR特性を示す境界電圧と  $V_p$  という。

【0092】即ち、素子電流  $I_f$  のVCNR特性は、通常の真空装置系でフォーミングを行ったとき発生し、その特性は、フォーミング時の電氣的条件、真空装置系の真空雰囲気条件等、あるいは、フォーミングを際に行った電子放出素子の測定時の真空装置系の真空雰囲気条件、測定時の電氣的測定条件（例えば、電子放出素子の電圧-電圧特性を得るために、素子に印加する電圧を低電圧から高電圧まで掃引したときの掃引速度等）、測定時までの電子放出素子の真空装置内の放置時間等に依存して、大きく変わることが判明した。またこの時、放出電流  $I_e$  は、素子電圧  $V_f$  の関数として表すことができる。

【0093】以上のような表面伝導型電子放出素子の特性、即ち、素子電流  $I_f$ 、放出電流  $I_e$  の素子印加電圧に対する単調増加特性を有するため、本発明に係る電子放出素子は、多方面への応用が期待できる。

【0094】以上表面伝導型電子放出素子の基本的構成、製法について説明したが、本発明の思想によれば、表面伝導型電子放出素子の特性で上述の3つの特性を有すれば、上述の構成等に限定されず、以下に説明する電子源、表示装置等の画像形成装置においても適用できる。

【0095】次に、本発明を適用可能な電子源及び画像形成装置について述べる。

【0096】本発明を適用可能な電子放出素子を複数個、基板上に配置して、電子源あるいは画像形成装置が構成できる。

【0097】電子放出素子の配置方式には、例えば、従来例で述べた、多数の表面伝導型電子放出素子を並列に配置し、個々の素子の両端を配線にて接続した、電子放出素子の行を多数並列し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）に、該電子源の上方の空間に設置された制御電極（グリッドと呼ぶ）により、電子を制御駆動する配置形態（以後、はしご型という）、及び次に述べる  $m$  本の  $X$  方向配線の上に、 $n$  本の  $Y$  方向配線を層間絶縁層を介して設置し、表面伝導型電子放出素子の一方の素子電極に、それぞれ  $X$  方向配線、 $Y$  方向配線を接続した配置形態が挙げられる。これを単純マトリクス配置と以降呼ぶ。

【0098】次に、この単純マトリクスについて詳述す

る。

【0099】本発明に係る表面伝導型電子放出素子の前述した3つの基本的特性の特徴によれば、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では、対向する素子電極間に印加するパルス状電圧の波高値と幅で制御できる。一方、しきい値電圧以下では、殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子に上記パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、表面伝導型電子放出素子を選択し、その電子放出量が制御できることとなる。

【0100】以下、この原理に基づき構成した電子源基板の構成について、図7を用いて説明する。

【0101】 $m$  本の  $X$  方向配線72は、 $Dx1$ 、 $Dx2$ 、……、 $Dxm$  からなり、絶縁性基板71上に、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成し、所望のパターンとした導電性金属等からなり、多数の表面伝導型電子放出素子にはほぼ均等な電圧が供給される様に、材料、膜厚、配線幅が設定される。 $Y$  方向配線73は、 $Dy1$ 、 $Dy2$ 、……、 $Dyn$  の  $n$  本の配線よりなり、 $X$  方向配線72と同様に、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成し、所望のパターンとした導電性金属等からなり、多数の表面伝導型電子放出素子にはほぼ均等な電圧が供給される様に、材料、膜厚、配線幅が設定される。これら  $m$  本の  $X$  方向配線72と  $n$  本の  $Y$  方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設置され、電氣的に分離されて、マトリクス配線を構成する（この  $m$ 、 $n$  は、共に正の整数）。

【0102】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された  $SiO_2$  等であり、 $X$  方向配線72を形成した絶縁性基板71の全面あるいは一部に所望の形状で形成され、特に、 $X$  方向配線72と  $Y$  方向配線73の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。 $X$  方向配線72と  $Y$  方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0103】更に、前述と同様にして、表面伝導型電子放出素子74の対向する素子電極（不図示）が、 $m$  本の  $X$  方向配線72（ $Dx1$ 、 $Dx2$ 、……、 $Dxm$ ）と  $n$  本の  $Y$  方向配線73（ $Dy1$ 、 $Dy2$ 、……、 $Dyn$ ）と、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成された導電性金属等からなる結線75によって電氣的に接続されているものである。

【0104】ここで、 $m$  本の  $X$  方向配線72と  $n$  本の  $Y$  方向配線73と結線75と対向する素子電極の導電性金属は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、また夫々異なってもよく、 $Ni$ 、 $Cr$ 、 $Au$ 、 $Mo$ 、 $W$ 、 $Pt$ 、 $Ti$ 、 $Al$ 、 $Cu$ 、 $Pd$  等の金属あるいは合金及び  $Pd$ 、 $Ag$ 、 $Au$ 、 $RuO_2$ 、 $Pd-Ag$  等の金属あるいは金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、 $In_2O_3-SnO_2$  等の透明導体及びポリシ

リコン等の半導体材料等より適宜選択される。また表面伝導型電子放出素子は、絶縁性基板71、あるいは、不図示の層間絶縁層上どちらに形成してもよい。

【0105】また、詳しくは後述するが、前記X方向配線72には、X方向に配列する表面伝導型電子放出素子74の行を、入力信号に応じて走査するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が電氣的に接続され、一方、Y方向配線73には、Y方向に配列する表面伝導型電子放出素子74の各列を、入力信号に応じて変調するための変調信号を印加する不図示の変調信号発生手段が電氣的に接続される。表面伝導型電子放出素子の各素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給されるものである。

【0106】次に、上記のような単純マトリクス配置の電子源基板を用いた電子源、及び、表示等に用いる画像形成装置について、図8と図9を用いて説明する。図8は画像形成装置の基本構成図であり、図9は蛍光膜である。

【0107】図8において、71は電子放出素子を複数配した電子源基板、81は電子源基板71を固定したリニアアライメントガラス基板83の上面に形成されたリニアアライメントとメタルバック85等が形成されたフェースプレートである。82は支持枠であり、該支持枠82には、リアプレート81、フェースプレート86がフリットガラス等を用いて接続されている。88は外囲器であり、例えば大気中あるいは真空中で、400~500℃の温度範囲で10分以上焼成することで、封着して構成される。

【0108】図8において、74は、図1あるいは図2に示された表面伝導型電子放出素子に相当する。72、73は、表面伝導型電子放出素子の一对の素子電極と接続されたX方向配線及びY方向配線である。また、これら素子電極への配線は、素子電極と配線材料が同一である場合は、素子電極と呼ぶ場合もある。

【0109】外囲器88は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成される。リアプレート81は主に基板71の強度を補強する目的で設けられるため、基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要とすることができる。即ち、基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82及び基板71で外囲器88を構成してもよい。

【0110】図9は、蛍光膜である。蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから成るが、カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の色相によりブラックストライプ(図9(a))あるいはブラックマトリクス(図9(b))等と呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とで構成される。ブラックストライプ、ブラックマトリクスが設けられる目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすること

とで混色等を目立たなくすること、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することである。黒色導電材91の材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料だけでなく、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

【0111】ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法は、モノクローム、カラーによらず、沈殿法や印刷法等が用いられる。

【0112】また、蛍光膜84の内面側には、通常メタルバック85が設けられる。メタルバックの目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射することにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させること、外囲器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理(通常、フィルミングと呼ばれる。)を行い、その後A1を真空蒸着等で堆積することで作製できる。

【0113】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外周側に導電性層が形成される。

【0114】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせを行う必要がある。

【0115】外囲器88は、不図示の排気管を通じ、 $1.3 \times 10^{-4}$ Pa程度の真空度にされ、外囲器88の封止が行われる。

【0116】尚、電子源基板は、前述した通りに電子放出部を形成した図1あるいは図2の素子が、基板上に上記の如く配置、配線されたものでも良いが、好ましくは電子放出部形成前の素子、例えば図3(b)に示された状態の素子を、基板上に上記の如く配置、配線し、これを図8に示す外囲器88内に配置した後、不図示の排気管を通じ、例えば、ロータリーポンプ、ターボポンプをポンプ系とする様な通常の真空装置系で該外囲器内を $1.3 \times 10^{-4}$ Pa程度の真空度とし、容器外端子D<sub>od</sub>~D<sub>om</sub>とD<sub>ol</sub>~D<sub>on</sub>を通じ素子電極2、3

(図3(b))間に電圧を印加し、上述のフォーミングを行い、次に、前記活性化処理を行うことにより電子放出部5を形成して、電子源基板を作製する。

【0117】以上の様に作製の後、特に、その後、80℃~150℃でベークを3~15時間行いながら、例えば、イオンポンプ等をポンプ系とする超高真空装置系に切り替える。超高真空系の切り替え、及びベークは、前述の表面伝導型電子放出素子の素子電流I<sub>f</sub>、放出電流I<sub>e</sub>の単調増加特性(MI特性)を満足するためであり、その方法、条件はこれに限るものではない。また、外囲器88の封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行う場合もある。これは、外囲器8

BEST AVAILABLE COPY

8の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等の加熱法により、外囲器88内の所定の位置に配置されたゲッター（不図示）を加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、例えば $1 \times 10^{-5}$  Pa以上の真空度を維持するものである。

【0118】以上により完成した本発明に係る画像表示装置において、各電子放出素子には、容器外端子D<sub>od</sub>～D<sub>on</sub>とD<sub>ol</sub>～D<sub>on</sub>を通じ電圧を印加することにより、電子放出させ、高圧端子87を通じ、メタルバック85あるいは透明電極（不図示）に数kV以上の高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示するものである。

【0119】以上述べた構成は、表示等に用いられる好適な画像形成装置を作製するうえで必要な概略構成であり、例えば各部材の材料等、詳細な部分は上述内容に限られるものではなく、画像装置の用途に適するよう適宜選択する。

【0120】次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、NTSC方式のテレビ信号に基づき、たゞしライン表示を行う為の駆動回路の構成例について、図10を用いて説明する。

【0121】図10中、101は表示パネル、102は走査信号発生回路、103はタイミング制御回路、104はシフトレジスタ、105はラインメモリ、106は同期信号分離回路、107は変調信号発生回路、V<sub>x</sub>及びV<sub>a</sub>は直流電圧源である。

【0122】表示パネル101は、端子D<sub>od</sub>乃至D<sub>on</sub>、端子D<sub>ol</sub>乃至D<sub>on</sub>及び高圧端子87を介して外部の電気回路と接続している。端子D<sub>od</sub>乃至D<sub>on</sub>には、表示パネル101内に設けられている電子源、即ち、m行n列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を1行（n素子）ずつ順次駆動する為の走査信号が印加される。端子D<sub>ol</sub>乃至D<sub>on</sub>には、前記走査信号により選択された1行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。高圧端子87には、直流電圧源V<sub>a</sub>より、例えば10kVの直流電圧が供給されるが、これは電子放出素子から放出される電子ビームに、蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【0123】走査信号発生回路102は、内部にm個のスイッチング素子（図中、S<sub>1</sub>乃至S<sub>m</sub>で模式的に示している）を備えたものである。各スイッチング素子は、直流電圧電源V<sub>x</sub>の出力電圧もしくは0V（グラウンドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル101の端子D<sub>od</sub>乃至D<sub>on</sub>と電気的に接続される。S<sub>1</sub>乃至S<sub>m</sub>の各スイッチング素子は、制御回路103が出力する制御信号T<sub>sn</sub>に基づいて動作するものであり、例えば

FETのようなスイッチング素子を組み合わせることにより構成することができる。

【0124】直流電圧源V<sub>x</sub>は、本例の場合には表面伝導型電子放出素子の特性（電子放出しきい値電圧）に基づき、走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するように設定されている。

【0125】制御回路103は、外部より入力される画像信号に基づいて適切な表示が行われるように、各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路103は、同期信号分離回路106より送られる同期信号T<sub>sd</sub>に基づいて、各部に対してT<sub>sn</sub>、T<sub>st</sub>及びT<sub>my</sub>の各制御信号を発生する。

【0126】同期信号分離回路106は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、一般的な周波数分離（フィルター）回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路106により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上T<sub>sd</sub>信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は、便宜上DATA信号と表した。このDATA信号は、シフトレジスタ104に入力される。

【0127】シフトレジスタ104は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路103より送られる制御信号T<sub>st</sub>に基づいて動作する（即ち、制御信号T<sub>st</sub>は、シフトレジスタ104のシフトクロックであると言い換えてもよい）。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分のデータ（電子放出素子n素子分の駆動データに相当）は、I<sub>d</sub>乃至I<sub>dn</sub>のn個の並列信号として前記シフトレジスタ104より出力される。

【0128】ラインメモリ105は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路103より送られる制御信号T<sub>my</sub>に従って適宜I<sub>d</sub>乃至I<sub>dn</sub>の内容を記憶する。記憶された内容は、I<sub>dl</sub>乃至I<sub>dhn</sub>として出力され、変調信号発生器107に入力される。

【0129】変調信号発生器107は、画像データI<sub>dl</sub>乃至I<sub>dhn</sub>の各々に応じて、電子放出素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源であり、その出力信号は、端子D<sub>ol</sub>乃至D<sub>on</sub>を通じて表示パネル101内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0130】前述したように、本発明を適用可能な電子放出素子は放出電流I<sub>et</sub>に関して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧V<sub>th</sub>があり、V<sub>th</sub>以上の電圧が印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このこ

とから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出しきい値電圧以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出しきい値電圧以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値 $V_m$ を変化させることにより、出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅 $P_w$ を変化させることにより、出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。従って、入力信号に応じて電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式とパルス幅変調方式等が採用できる。

【0131】電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107としては、一定長さの電圧パルスを生じ、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの波高値を変調できるような電圧変調方式の回路を用いることができる。

【0132】パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定の波高値の電圧パルスを生じ、入力されるデータに応じて適宜パルス幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0133】シフトレジスタ104やラインメモリ105は、デジタル信号のみならずアナログ信号のものでも採用できる。画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれれば良いからである。

【0134】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路106の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには同期信号分離回路106の出力部にA/D変換器を設ければ良い。これに関連してラインメモリ105の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器107に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路等を付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えば高速の発振器及び発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0135】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばオペアンプ等を用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路等を付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば電圧制御型発振回路（VCO）を採用でき、必要に応じて電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0136】このような構成をとり得る本発明を適用可能な画像形成装置においては、各電子放出素子に、容器

外端子 $D_{od}$ 乃至 $D_{om}$ 、 $D_{ol}$ 乃至 $D_{on}$ を介して電圧を印加することにより、電子放出が生じる。高圧端子87を介してメタルバック85あるいは逆陽電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜84に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0137】ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号についてはNTSC方式を挙げたが、入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式等の他、これらよりも多数の走査線からなるTV信号（例えば、MUSE方式をはじめとする高品位TV）方式をも採用できる。

【0138】次に、前述のはしご型配置の電子源及び画像形成装置について、図11及び図12を用いて説明する。

【0139】図11は、梯子型配置の電子源の一例を示す模式図である。図11中、110は電子源基板、111は電子放出素子である。112は、電子放出素子111を接続するための共通電線 $D_{od}$ ～ $D_{on}$ であり、これらは、図12に示すように、電子源基板110の裏面に、基板110上に、X方向に並列に複数配置されている（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が駆動電線に沿って駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を印加し、電子ビームを放出させたくない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加する。各素子行間に位置する共通電線 $D_{od}$ ～ $D_{on}$ は、例えば $D_{od}$ と $D_{ol}$ 、 $D_{ol}$ と $D_{om}$ 、 $D_{om}$ と $D_{on}$ とを夫々一体の同一電線とすることもできる。

【0140】図12は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構造の一例を示す模式図である。120はグリッド電極、121は電子が通過するための開口、 $D_{od}$ 乃至 $D_{on}$ は容器外端子、G1乃至Gnはグリッド電極120と接続された容器外端子である。110は各素子行間の共通電線を同一電線とした電子源基板である。図12においては、図8、図11に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同じ符号を付している。ここに示した画像形成装置と、図8に示した単純マトリクス配置の画像形成装置との大きな違いは、電子源基板110とフェースプレート86の間にグリッド電極120を備えているか否かである。

【0141】図12においては、基板110とフェースプレート86の間には、グリッド電極120が設けられている。グリッド電極120は、電子放出素子111から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ

BEST AVAILABLE COPY

状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の開口121が設けられている。グリッド電極の形状や配置位置は、図12に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッド電極を電子放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

【0142】容器外端子D<sub>01</sub>乃至D<sub>0n</sub>及びグリッド容器外端子G<sub>1</sub>乃至G<sub>n</sub>は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0143】本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動（走査）して行くのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。

【0144】以上説明した本発明を適用可能な画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【0145】

【実施例】以下に、具体的な実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の目的が達成される範囲内での各要素の置換や設計変更がなされたものをも包含する。

【0146】【実施例1】本実施例に係る電子放出素子の基本的な構成は、図1と同様である。

【0147】本実施例の電子放出素子の製造方法は、基本的には図3と同様である。以下、図1及び図3を用いて、本実施例における電子放出素子の製造方法を順をおって説明する。

【0148】工程-a

基板1上に、素子電極パターンに対応する開口部を有するホトレジスト(RD-2000N-41/日立化成社製)のマスクパターンを形成し、真空蒸着法により、厚さ5nmのTi、厚さ30nmのPtを順次堆積した。ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Pt/Ti堆積膜をリフトオフして、素子電極2、3を形成した(図3(a))。素子電極の間隔Lは3 $\mu$ m、素子電極の幅Wは300 $\mu$ mである。

【0149】工程-b

素子電極間ギャップ及びこの近傍に開口を有するマスクにより膜厚100nmのCr膜を真空蒸着により堆積・パターンニングし、その上に有機Pd(ccp4230/興亜製薬(株)製)をスピナーにより回転塗布、350℃で12分間の加熱焼成処理をした。また、こうして形成された主元素としてPdよりなる微粒子からなる導電性膜4の膜厚は10nm、シート抵抗値は2 $\times$ 10<sup>4</sup> $\Omega$ /□であった。なおここで述べる微粒子膜とは、上述のように、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみな

らず、微粒子が互いに隣接、あるいは、重なり合った状態(島状も含む)の膜を指し、その粒径とは、前記状態で粒子形状が認識可能な微粒子についての径を言う。

【0150】工程-c

Cr膜及び焼成後の導電性膜4を酸エッチャントによりエッチングして、所望のパターンを有する導電性膜4を形成した(図3(b))。

【0151】以上の工程により、基板1上に、素子電極2、3及び導電性膜4を形成した。

【0152】工程-d

次に、上記素子を図5に示す測定評価装置に設置し、真空装置55内を排気ポンプ56にて排気し、2.7 $\times$ 10<sup>-4</sup>Paの真空中に達した後、電源51より、素子の素子電極2、3間に電圧を印加し、フォーミング処理を行い導電性膜4の一部に間隙6を形成した(図3(c))。フォーミング処理の電圧波形は図4(b)に示したものである。

【0153】図4(b)中、T<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、本実施例ではT<sub>1</sub>を1msec、T<sub>2</sub>を10msecとし、三角波の波高値(フォーミング時のピーク電圧)は0.1Vステップで昇降し、フォーミング処理を行った。フォーミング処理中は、同時に、0.1Vの電圧で、T<sub>2</sub>間に抵抗測定パルスを入力し、抵抗を測定した。尚、フォーミング処理の終了は、抵抗測定パルスでの測定値が、約1M $\Omega$ 以上になった時とし、同時に、素子への電圧の印加を終了した。

【0154】工程-f

続いて、活性化工程を行った。窒素ガスポンプ57及び炭化水素ガスポンプ58に接続した不図示のマスフローコントローラを調節して所望の流量のガスが流れるようにした後、バルブ59を開いて真空装置55内に混合ガスを導入した。一方で、ポンプ56を用いて排気は継続し、排気口のコンダクタンス及びガス流量を調節することで全圧を調整し、真空計60に示される値を読み取った。この時、窒素および炭化水素の分圧は、マスフローコントローラのそれぞれの流量値と真空計60で示される全圧とから決定できる。なお、本実施例では炭化水素としてエチレンを使用し、エチレンの分圧を27Paに、基板温度を100℃にそれぞれ固定して、窒素の分圧を表1のように変化させてサンプルを作成した。サンプル中には、比較のために窒素を含まない雰囲気中で作成した素子(窒素を含有しない素子)も含まれている。

【0155】一定時間が経過して、ガス流量および全圧が安定した後、フォーミング処理した素子に、矩形波の波高値1.5Vで通電印加し、活性化処理を施し間隙6内の基板1及び、導電性膜4上に炭素を有する膜10を形成した(図3(d))。すなわち、測定評価装置内で、素子電圧1fを測定しながら、素子電極間にパルス電圧を印加した。約30分で1f値がほぼ飽和したため、通

電を停止し、バルブを開め、活性化処理を終了した。

【0156】その後、炭素を有する膜10中の窒素含有量を測定するために、オージェ電子分光法(Auger)にてN(窒素)/C(炭素)の値を測定した。この時の窒素含有量を表1に示す。なお、Augerでの測

定では、真空中で、200℃ベーキング後測定した。これは、大気中で暴露したことにより大気成分の吸着や水分の影響を避けるためである。

【0157】

【表1】

窒素分圧	0Pa	$1.3 \times 10^4$ Pa	$1.3 \times 10^5$ Pa	$2.7 \times 10^6$ Pa	$6.7 \times 10^7$ Pa	$8.0 \times 10^8$ Pa
エチレン分圧	$2.7 \times 10^4$ Pa	$2.7 \times 10^5$ Pa	$2.7 \times 10^6$ Pa	$2.7 \times 10^7$ Pa	$2.7 \times 10^8$ Pa	$2.7 \times 10^9$ Pa
基板温度	150℃	150℃	150℃	150℃	150℃	150℃
N/C比	0at%	0.5at%	4at%	6at%	8at%	10at%

【0158】工程-e

続いて、これらの素子を図5の真空装置に再度入れ、安定化工程を行った。素子のベーキングを250℃10時間ほど施し、真空装置55内に有機成分が残留しない雰囲気とし、安定化工程終了とした。

【0159】こうして、窒素分圧を変えて作製した6種類の電子放出素子の電子放出特性を評価した。尚、アノ

ード電極54と電子放出素子間の距離Hを4mm、アノード電極の電位を1kV、電子放出特性測定時の真空装置55内の真空度を $2.7 \times 10^{-6}$ Paとし、素子電極2及び素子電極3の間に素子電圧を15Vを印加した。この時の各電子放出素子の効率を表2に示す。

【0160】

【表2】

窒素分圧	0Pa	$1.3 \times 10^4$ Pa	$1.3 \times 10^5$ Pa	$2.7 \times 10^6$ Pa	$6.7 \times 10^7$ Pa	$8.0 \times 10^8$ Pa
効率	0.03%	0.08%	0.15%	0.25%	0.80%	0.04%

【0161】以上より、本実施例において、窒素およびエチレンからなる混合ガス中で活性化処理を行うと、窒素を含有する炭素を有する膜が得られ、窒素含有量によって電子放出効率に変化することが判る。

【0162】窒素を混合しない素子(すなわち窒素が含有されない素子)、および窒素の分圧が $8.0 \times 10^4$ Pa以上の素子では、高い効率が得られず、高効率を与える窒素含有量には適切な範囲が存在する。また、この範囲中では、窒素含有量は窒素の分圧によって制御されている。

【0163】このために、安定性に優れ、かつ高効率である活性化条件としては、窒素分圧が $1.3 \times 10^4$ Pa $\sim 6.7 \times 10^4$ Paの範囲のエチレンと窒素の混合雰囲気中で活性化することが適正であることが明らかになった。

【0164】以上より、本実施例の素子は、比較用素子(窒素無包含素子)に比べて、電子放出効率の高い、安定性の良い電子放出素子であることがわかる。

【0165】[実施例2] 本実施例では前記工程-eまで実施例1と同様の工程を行った。

【0166】工程-f

工程-eのフォーミング処理に続いて、活性化処理を行った。窒素ガスボンベ57及び炭化水素ガスボンベ58に接続した不図示のマスフローコントローラを調節して所望の流量のガスが流れるようにした後、バルブ59を

開いて真空装置55内に混合ガスを導入した。一方で、ポンプ56を用いて排気は継続し、排気口のコンダクタンス及びガス流量を調節することで全圧を調整し、真空計60に示される値を読み取った。本実施例では炭化水素としてエチレンを使用し、窒素の分圧を $1.3 \times 10^4$ Paに、基板温度を100℃にそれぞれ固定して、エチレンの分圧を表3のように変化させてサンプルを作成した。

【0167】一定時間が経過して、ガス流量および全圧が安定した後、フォーミング処理した素子に、矩形波の波高値15Vで通電印加し、活性化処理を施した。すなわち、測定評価装置内で、素子電流Ifを測定しながら、素子電極間にパルス電圧を印加した。約30分でIf値がほぼ飽和したため、通電を停止し、バルブを開め、活性化処理を終了した。

【0168】その後、活性化により堆積した炭素を有する膜中の窒素含有量を測定するために、オージェ電子分光法(Auger)にてN/Cの値を測定した。この時の窒素含有量を表3に示す。なお、Augerでの測定では、真空中で、200℃ベーキング後測定した。これは、大気中で暴露したことにより大気成分の吸着や水分の影響を避けるためである。

【0169】

【表3】

窒素分圧	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa
エチレン分圧	1.3 Pa	6.7 Pa	$2.7 \times 10^{-2}$ Pa	$6.7 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$2.7 \times 10^{-2}$ Pa
基板温度	100℃	100℃	100℃	100℃	100℃	100℃
N/C比	----	1at%	4at%	3at%	2at%	1at%

#### 【0170】工程-g

続いて、これらの素子を図5の真空装置に再度入れ、安定化工程を行った。素子のベーキングを250℃10時間ほど施し、真空装置55内に有機成分が残留しない雰囲気とし、安定化工程終了とした。

【0171】こうして、エチレンの分圧を変えて作製した6種類の電子放出素子の電子放出特性を評価した。

【表4】

エチレン分圧	1.3 Pa	6.7 Pa	$2.7 \times 10^{-2}$ Pa	$6.7 \times 10^{-2}$ Pa	$1.3 \times 10^{-2}$ Pa	$2.7 \times 10^{-2}$ Pa
効率	----	0.08%	0.15%	0.12%	0.08%	0.04%

【0173】以上より、エチレンの分圧により電子放出効率が変化することがわかった。なお、表4より明らか

なことは、エチレン分圧が低い場合、窒素分圧が一定であるにもかかわらず、分圧が低過ぎると、炭素を有する膜の堆積が少ないため、表4においてエチレン分圧が1.3 Paの場合がこれに相当すると考えている。

【0174】本実施例において、窒素およびエチレンからなる混合ガス中で活性化処理を行うと、窒素を含有する炭素を有する膜が得られ、エチレンの分圧によって電子放出効率が変化し、分圧6.7 Pa～ $1.3 \times 10^{-2}$  Paの範囲が最も適正な分圧であることが判る。

【0175】また、炭化水素としてプロピレンを用いた場合には、エチレンを用いた場合と同様、分圧によって電子放出効率が変化し、その適正範囲は2.7 Pa～ $1.1 \times 10^{-2}$  Paであった。これは、プロピレンがエチレンに比べて反応性が高く（電離電圧が低い）、より低い分圧でもプロピレンの分解が十分に進行するためと考えている。

【0176】さらに、炭化水素としてブテンを用いた場合には、エチレンやプロピレンを用いた場合と同様、分圧によって電子放出効率が変化し、その適正範囲は1.3 Pa～80 Paであった。これは、ブテンがエチレンやプロピレンに比べて反応性が高く、より低い分圧でもブテンの分解が十分に進行するためと考えている。

【0177】以上のように、炭化水素と窒素の混合雰囲気中で活性化を行う場合には、炭化水素に適正な分圧が存在し、その範囲は、使用する炭化水素の種類にもよるが、概ね1.3 Pa～ $1.3 \times 10^{-2}$  Paの範囲内である。

【0178】【実施例3】本実施例では前記工程-eま

尚、アノード電極54と電子放出素子間の距離 $l$ を4 mm、アノード電極の電位を1 kV、電子放出特性測定時の真空装置55内の真空度を $2.7 \times 10^{-6}$  Paとし、素子電極2及び素子電極3の間に素子電圧を15 Vを印加した。この時の各電子放出素子の効率を表4に示す。

#### 【0172】

で実施例1と同様の工程を行った。

#### 【0179】工程-f

【0179】この工程は、図6に示すように、真空装置55内に窒素ガスボンベ57及び炭化水素ガスボンベ58に接続した不図示のマスフローコントローラを調節して所望の流量のガスが流れるようにした後、バルブ59を開いて真空装置55内に混合ガスを導入した。一方で、ポンプ56を用いて排気は継続し、排気口のコンダクタンス及びガス流量を調節することで全圧を調整し、真空計60に示される値を読み取った。本実施例では炭化水素としてエチレンを使用し、窒素の分圧を $1.3 \times 10^{-4}$  Paに、エチレンの分圧を2.7 Paに固定し、基板温度を表5のように変化させてサンプルを作成した。

【0180】一定時間が経過して、ガス流量および全圧が安定した後、フォーミング処理した素子に、矩形波の波高値15 Vで通電印加し、活性化処理を施した。すなわち、測定評価装置内で、素子電流 $I_f$ を測定しながら、素子電極間にパルス電圧を印加した。約30分で $I_f$ 値がほぼ飽和したため、通電を停止し、バルブを閉め、活性化処理を終了した。

【0181】その後、活性化により堆積した炭素を有する膜10中の窒素含有量を測定するために、オージェ電子分光法(Auger)にてN/Cの値を測定した。この時の窒素含有量を表5に示す。なお、Augerでの測定では、真空中で、200℃ベーキング後測定した。これは、大気中で暴露したことにより大気成分の吸着や水分の影響を避けるためである。

#### 【0182】

【表5】

窒素分圧	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa	1.8×10 <sup>-7</sup> Pa
エチレン分圧	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa	2.7×10 <sup>-7</sup> Pa
基板温度	25℃	50℃	100℃	150℃	200℃	250℃
N/C比	----	3at%	4at%	3at%	3at%	1at%

#### 【0183】工程—g

続いて、これらの素子を図5の真空装置に再度入れ、安定化工程を行った。素子のベーキングを250℃10時間ほど施し、真空装置55内に有機成分が残留しない雰囲気とし、安定化工程終了とした。

【0184】こうして、基板温度を変えて作製した6種類の電子放出素子の電子放出特性を評価した。尚、アノード電極54と電子放出素子間の距離Hを4mm、アノード電極の電位を1kV、電子放出特性測定時の真空装置55内の真空度を2.7×10<sup>-6</sup>Paとし、素子電極2及び素子電極3の間に素子電圧を15Vを印加した。この時の各電子放出素子の効率を表6に示す。

【0185】

【表6】

基板温度	25℃	50℃	100℃	150℃	200℃	250℃
効率	----	0.09%	0.17%	0.14%	0.08%	0.03%

【0186】以上より、基板温度により電子放出効率に変化することがわかった。なお、表6より明らかのように、活性化に適用可能な基板温度が存在する。すなわち、基板温度が低過ぎると、エチレンの分解が十分になされず、従って炭素を有する膜の増殖が少ないため、表6において基板温度が25℃(室温)の場合がこれに相当すると考えている。

【0187】本実施例において、窒素およびエチレンからなる混合ガス中で活性化処理を行うと、窒素を含有する炭素が得られ、基板温度によって電子放出効率に変化し、基板温度50℃～200℃の範囲が最も適正な基板温度であることが判る。

【0188】また、炭化水素としてプロピレン、あるいはブテンを用いた場合にも適正な基板温度範囲が認められたが、概ねエチレンを用いた場合と同様の傾向であった。

【0189】以上のように、炭化水素と窒素の混合雰囲気中で活性化を行う場合には、適正な基板温度範囲が存在し、その範囲は、概ね50℃～200℃の範囲内である。

【0190】【実施例4】本実施例は、多数の表面伝導型電子放出素子を単純マトリクス配置した電子源を用いて、画像形成装置を作製した例である。

【0191】複数の導電性膜がマトリクス配線された電子源基板の一部の平面図を図13に示す。また、図中のA-A'断面図を図14に示す。但し、図13、図14で同じ符号で示したものは、同じものを示す。ここで71は基板、2と3は素子電極、4は導電性膜である。72は図7のDxに対応するX方向配線(下配線とも呼ぶ)、73は図7のDyに対応するY方向配線(上配線とも呼ぶ)、151は層間絶縁層、152は素子電極2と下配線72との電気的接続のためのコンタクトホールである。

【0192】先ず、本実施例の電子源基板の製造方法を、図15及び図16を用いて工程順に説明する。

【0193】工程—a

活性化に適用可能な基板温度を25℃、エチレンと窒素の混合ガスをスパッタ法で形成した基板71上に、真空蒸着法により、厚さ5nmのCr、厚さ600nmのAuを順次堆積した後、ホトレジスト(AZ1370/ヘキスト社製)をスピンナーにより回転塗布、ベークした後、ホトマスク像を露光、現像して、下配線72のレジストパターンを形成し、Au/Cr堆積膜をウェットエッチングして、所望の形状の下配線72を形成した(図15(a))。

#### 【0194】工程—b

次に、厚さ1μmのシリコン酸化膜よりなる層間絶縁層151をスパッタリングにより堆積した(図15(b))。

#### 【0195】工程—c

工程—bで堆積したシリコン酸化膜にコンタクトホール152を形成するためのホトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層151をエッチングしてコンタクトホール152を形成した(図15(c))。

#### 【0196】工程—d

その後、素子電極2、3と素子電極間ギャップLとなるべきパターンをホトレジスト(RD-2000N-41/日立化成社製)で形成し、真空蒸着法により、厚さ5nmのTi、厚さ100nmのNiを順次堆積した。ホトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフし、素子電極間隔Lが3μm、素子電極の幅Wが300μmの素子電極2、3を形成した(図15(d))。

#### 【0197】工程—e

素子電極2、3の上に上配線73のホトレジストパターンを形成した後、厚さ5nmのTi、厚さ500nmのAuを順次真空蒸着により堆積し、リフトオフにより不要の部分を除去して、所望の形状の上配線73を形成し

た(図16(e))。

【0198】工程-f

膜厚100nmのCr膜を真空蒸着により堆積後、導電性膜4の形状の開口部を有するようにパターニングし、この上に有機Pd(ccp4230/興野製薬(株)製)をスピナーにより回転塗布、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。こうして形成された主元素としてPdよりなる微粒子からなる導電性膜の膜厚は10nm、シート抵抗値は $2 \times 104 \Omega/\square$ であった。続いて、上記Cr膜及び焼成後の導電性膜を酸エッチャントによりエッチングして導電性膜の不要部分とともに除去し、所望の形状の導電性膜4を形成した(図16(f))。

【0199】工程-g

コンタクトホール152部分に開口を有するレジストパターンを形成し、真空蒸着により厚さ5nmのTi、厚さ500nmのAuを順次堆積した。リフトオフにより不要部分を除去することにより、コンタクトホール152を埋め込んだ(図16(g))。

【0200】以上の工程により、絶縁性基板71上に下配線72、層間絶縁層151、上配線73、素子電極2、3、導電性膜4を形成した。

【0201】工程-h

次に、上記電子源基板を図5に示す測定評価装置に設置し、真空装置55内を排気ポンプ56にて排気し、十分な真空度に達した後、図13に示すDxとDyを通じ電子放出素子74の素子電極2、3間に電圧を印加し、導電性膜4をフォーミング処理した。尚、フォーミング処理の際は、DxからDyまで、順次パルス波形が入るようになっている。また、DyからDxまでは接地してある。このフォーミング処理の電圧波形は図4(b)と同様であり、本実施例ではT1を1msec.、T2を10msec.とし、約 $1.3 \times 10^{-4}$ Paの真空雰囲気で行った。

【0202】このようにして形成された電子放出部5は、パラジウム元素を主成分とする微粒子が分散配置された状態となり、その微粒子の平均粒径は3nmであった。

【0203】工程-i

次に、真空装置55内を一度排気した後、基板温度を100℃に設定し、窒素ガスポンプ57及び炭化水素ガスポンプ58に接続した不図示のマスフローコントローラを調節して所望の流量のガスが流れるようにし、バルブ59を開いて真空装置55内に混合ガスを導入した。一方で、ポンプ56を用いて排気は継続し、排気口のコンダクタンス及びガス流量を調節することで全圧を調整し、真空計60に示される値を読み取った。本実施例では、炭化水素としてエチレンを使用した。この時、全圧(ほぼ窒素の分圧に等しい)は $1.3 \times 104$ Pa、エチレンの分圧は27Paに設定した。

【0204】一定時間が経過して、ガス流量および全圧が安定した後、フォーミング処理した素子に、矩形波の波高値15Vで通電印加し、活性化処理を施した。すなわち、測定評価装置内で、素子電流Ifを測定しながら、素子電極間にパルス電圧を印加した。約30分でIf値がほぼ飽和したため、通電を停止し、バルブを閉め、活性化処理を終了した。

【0205】こうして基板上に並ぶ多数の素子に間隔6を形成し、さらに窒素を含有する炭素を有する膜を形成した。これを電子源基板71とし、図8に示す画像形成装置を次のように作製した。

【0206】電子源基板71をリアプレート81上に固定した後、電子源基板71の5mm上方に、フェースプレート86(ガラス基板83の内面に蛍光膜84とメタルバック85が形成されて構成される)を支持枠82を介して配置し、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で400℃で10分間焼成することで封着し、パネル(図8中の外図器88)を構成した。なお、リアプレート81への電子源基板71の固定もフリットガラスで行った。

(a)参照)の蛍光体とし、先にブラックストライプを形成し、その間隙部にスラリー法により各色蛍光体92を塗布して蛍光体94を作製した。ブラックストライプの材料としては、通常よく用いられている黒鉛を主成分とする材料を用いた。

【0208】また、蛍光膜84の内面側にはメタルバック85を設けた。メタルバック85は、蛍光膜84の作製後、蛍光膜84の内面側表面の平滑化処理(通常、フィルミングと呼ばれる)を行い、その後、A1を真空封着することで作製した。

【0209】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外周側に透明電極を設ける場合もあるが、本実施例ではメタルバック85のみで十分な導電性が得られたので省略した。

【0210】前述の封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体92と電子放出素子とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行った。

【0211】こうして作製された、電子源を備える外図器は、安定化処理を行うために $1.3 \times 10^{-4}$ Pa程度の真空度まで排気し、300℃20時間の真空ベークングを行った。

【0212】次に、室温まで冷却し、その後、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外図器の封止を行った。

【0213】最後に、封止後の真空度を維持するために、高周波加熱法でゲッター(不図示)を飛散させ、外図器内の真空度の維持を図った。

【0214】以上のように完成した本実施例の画像表示

装置において、各電子放出素子には、容器外端子Do4乃至DonとDo4乃至Donを通じて、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段より夫々印加することにより、電子放出させ、高圧端子87を通じてメタルバック85に5kV以上の高圧を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示した。

【0215】その結果、本実施例の画像形成装置は、テレビジョンとして十分満足できる輝度(約180fL)で良好な画像を長期にわたって安定に表示することができた。

【0216】[実施例5]本実施例では、実施例4で作製した画像表示装置を、図10に示した駆動回路を用いて、NTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行った。

【0217】本表示装置においては、とりわけ表面伝導型電子放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルの薄型化が容易であるため、表示装置の奥行きを小さくすることができる。それに加えて、表面伝導型電子放出素子を電子ビーム源とするディスプレイパネルは大面積化が容易で輝度が高く視野角特性にも優れるため、本表示装置は臨場感にあふれた画像を視認性良く表示することが可能である。

【0218】本実施例における表示装置は、NTSC方式のテレビ信号に応じたテレビ画像を良好に、かつ長時間安定して表示することができた。

【0219】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、炭化水素と窒素から構成される混合気体中で、間隙が形成された導電性膜に電圧印加することで、間隙内の基板上及びその近傍の導電性膜上に窒素を含有する炭素を有する膜が堆積し、高効率な電子放出素子を提供することができる。

【0220】また、活性化時の混合ガスの圧力を、該混合ガスが粘性流気体として扱える程度にしたことによって、必要なガスを速やかに供給することができる。また、高真空の排気系を用いることなく、活性化を行えるので、生産コストを低く抑えることができる。

【0221】また、基板上に複数個配置して電子源を構成した場合においては、各電子放出素子が、良好な電子放出特性を長時間にわたり保持し得る電子源を提供できる。

【0222】さらに、画像形成装置においては、上記の電子源と画像形成部材より構成され、入力信号に基づいて画像を形成するため、電子放出特性の安定性と寿命の向上がなされ、例えば蛍光体を画像形成部材とする画像形成装置においては、高品位な画像形成装置、例えばカラーフラットテレビが実現される。

【図2】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の別の構成例を示す模式図である。

【図3】本発明の電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【図4】本発明の電子放出素子の製造に際して採用できる通電フォーミング処理における電圧波形の一例を示す模式図である。

【図5】本発明の電子放出素子の製造に用いることのできる測定評価装置の一例を示す概略構成図である。

【図6】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の特性を示す図である。

【図7】本発明を適用可能な単純マトリクス配置の電子源の一例を示す模式図である。

【図8】本発明を適用可能な画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【図9】蛍光膜の一例を示す模式図である。

【図10】画像形成装置にNTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行うための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【図11】本発明を適用可能な別の型配置の電子源の一例を示す模式図である。

【図12】本発明を適用可能な別の型配置の電子源の別の例を示す模式図である。

【図13】本発明の実施例に係るマトリクス配線した電子源の一例を示す模式図である。

【図14】図13のA-A'断面模式図である。

【図15】本発明の実施例に係るマトリクス配線した電子源の製造工程を示す図である。

【図16】本発明の実施例に係るマトリクス配線した電子源の製造工程を示す図である。

【図17】従来例の表面伝導型電子放出素子の模式図である。

【符号の説明】

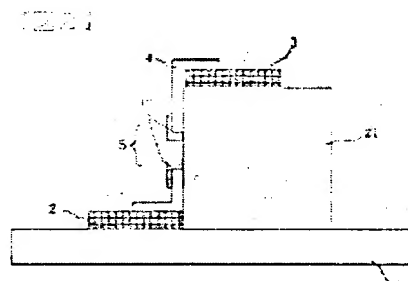
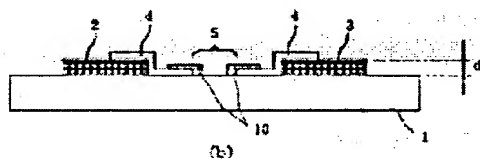
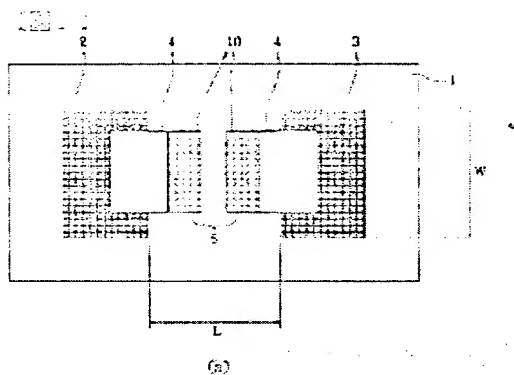
- 1 基板
- 2, 3 素子電極
- 4 導電性膜
- 5 電子放出部
- 21 段差形成部
- 50 素子電流Ifを測定するための電流計
- 51 電子放出素子に素子電圧Vfを印加するための電源
- 52 電子放出部5より放出される放出電流Ieを測定するための電流計
- 53 アノード電極54に電圧を印加するための高圧電源
- 54 アノード電極
- 55 真空容器
- 56 排気ポンプ
- 57 窒素ガスボンベ
- 58 炭化水素ガスボンベ

【図面の簡単な説明】

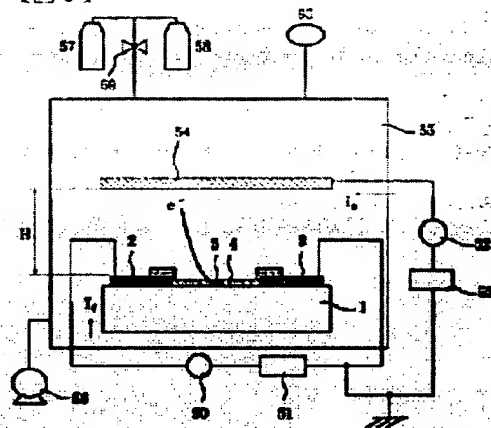
【図1】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子の一構成例を示す模式図である。

- 59 バルブ
- 60 真空計
- 71 電子源基板
- 72 X方向配線
- 73 Y方向配線
- 74 電子放出素子
- 75 結線
- 81 リアプレート
- 82 支持枠
- 83 ガラス基板
- 84 蛍光膜
- 85 メタルバック
- 86 フェースプレート
- 87 高圧端子
- 88 外圍器
- 91 黒色導電材

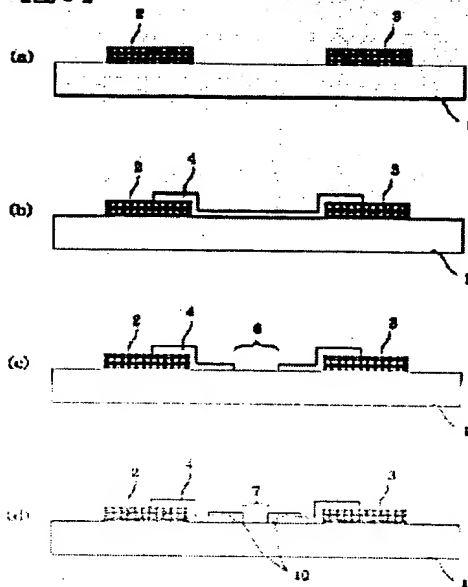
- 92 蛍光体
- 101 表示パネル
- 102 走査回路
- 103 制御回路
- 104 シフトレジスタ
- 105 ラインメモリ
- 106 同期信号分離回路
- 107 変調信号発生器
- Vx, Va 直流電圧源
- 110 電子源基板
- 111 電子放出素子
- 112 電子放出素子を配線するための共通配線
- 120 グリッド電極
- 121 電子が通過するための開口
- 151 層間絶縁層
- 152 コンタクトホール



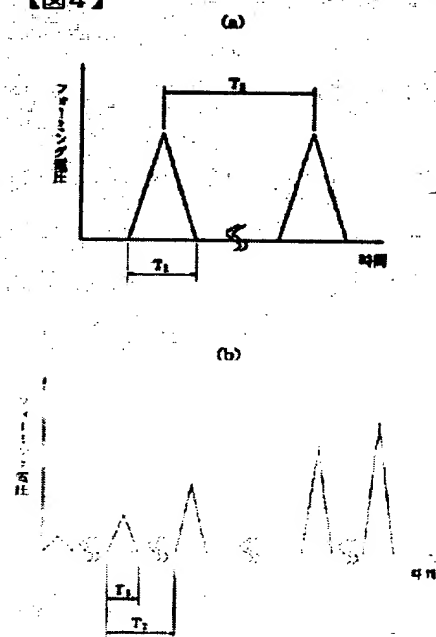
【図5】



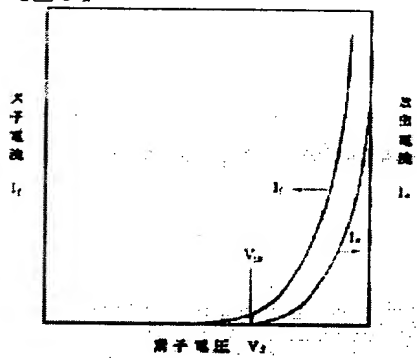
【図3】



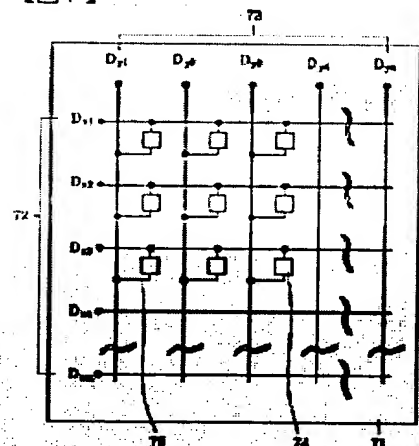
【図4】



【図6】

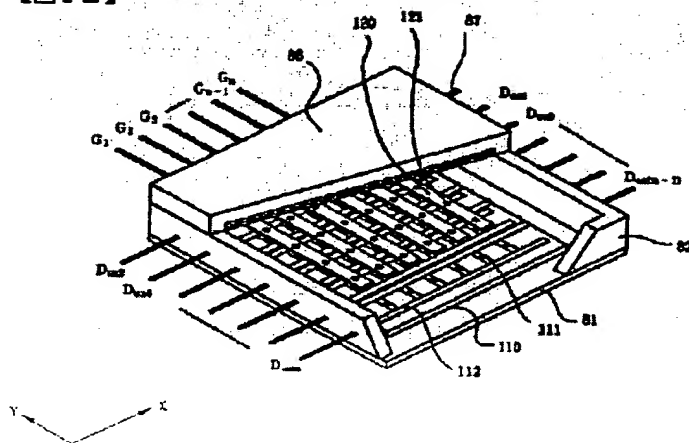


【図7】

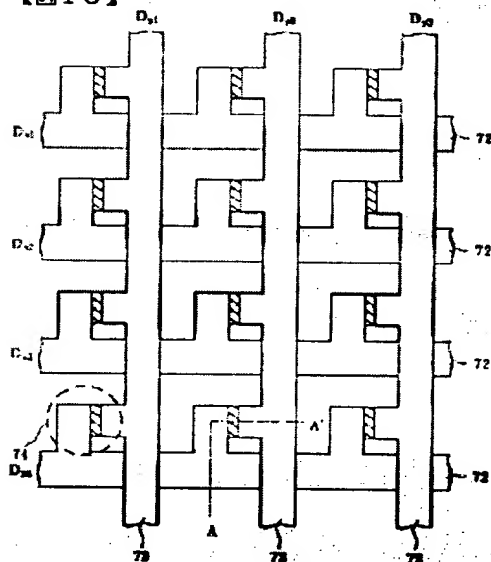




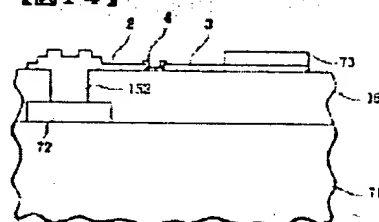
【図12】



【図13】

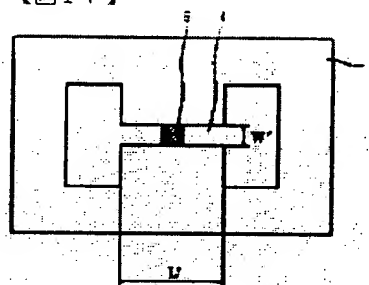


【図14】

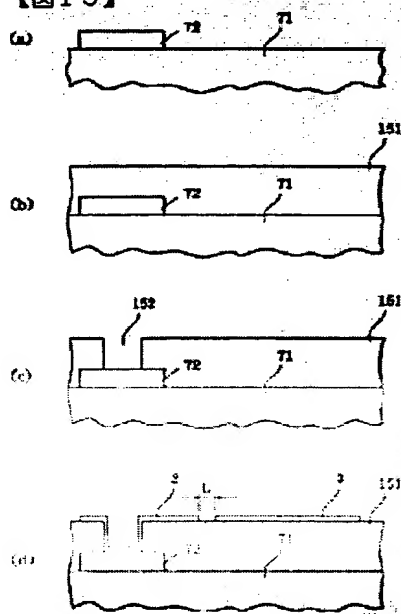


A-A' 断面図

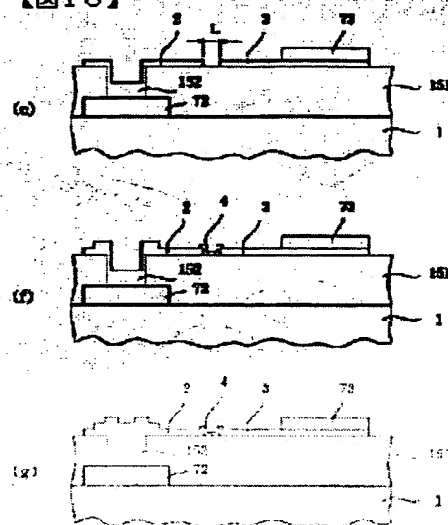
【図17】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

発明者 山本 敬介  
東京都大田区下丸子3丁目1番2号 キャ  
ノン株式会社内

発明者 上野 理恵  
東京都大田区下丸子3丁目1番2号 キャ  
ノン株式会社内  
Fターム(参考) G01D09/00

発送日付：2003. 05. 30.

提出期日：2003. 07. 30.

特 許 庁  
意見提出通知書

出 願 人 キヤノン株式会社

代 理 人 慎重勛 外 1 名  
大韓民国 SEOUL特別市 瑞草区 瑞草4洞 1678-2 東亞Villart 2 Town 302号

出願番号 10-2001-0038099

発明の名称 ELECTRON SOURCE MANUFACTURING APPARATUS

この出願に対する審査の結果、下記のような拒絶理由があるので、特許法第63条の規定によりこれを通知しますから、意見があるとか補正を要する場合には、上記提出期日までに意見書[特許法施行規則別紙第25号の2書式]又は／及び補正書[特許法施行規則別紙第5号書式]を提出されたい(上記提出期日に対して、毎回1月単位で延長を申請することができ、この申請に対し別途の期間延長承認の通知は行いません)。

## 【理由】

この出願の特許請求の範囲の請求項1-6に記載された発明は、その出願前にこの発明の属する技術分野における通常の知識を有する者が下記に指摘したものに基づいて容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

## 【記】

本願の請求の範囲の請求項1乃至6は、基板の上に形成された導電体を有する基板を支持しながら、基板の温度を制御する手段を有する支持体とガス流入口とガス排出口とを有し、基板の基板面の一部の領域を覆う容器と、容器でガスを導入、排出する装置と、電圧を導電体に印加する装置を備えた電子源製造方法に関するもので、これは、国際特許第2000-14761(2000.3.16.)号(以下“引用例1”という)において、導電体が形成された基板を支持する支持体と、上記基板面の一部を覆う容器と、上記容器に気体を導入する導入手段及び導入口と、該容器から気体を排気する排気手段及び排気口と、



上記導電体に電圧を印加する電圧印加手段及び上記支持体で基板の温度を調節する手段とを備えた電子源製造装置の技術的な構成と、日本特開平 12-173453 (2000. 6. 23.) 号(以下“引用例 2”という)の電子放出素子に電圧を印加する手段及び加熱する手段、真空を維持する手段等を備えた複数熱の電子放出源を製造する装置の技術的な構成から、当該技術分野における通常の知識を有する者が上記引用例 1 及び 2 に基づいて容易に発明をすることができる。

[添付]

添付 1 国際特許 2000-014761 号(2000. 3. 16.)

添付 2 日本公開特許公報平 12-173453 号(2000. 6. 23.)

2003. 05. 30.

特許庁



受 受 者	擔 當	部 長	擔 當 部 長	總 務 部 長	所
6/2				6/3	

担当者 이현기

출력 일자: 2003/5/31

발송번호 : 9-5-2003-020049600

수신 : 서울 서초구 서초4동 1678-2 동아빌라트2

발송일자 : 2003.05.30

타운 302호

제출기일 : 2003.07.30

신중훈 귀하

137-882

## 특허청 의견제출통지서

출원인 명칭 캐논 가부시끼가이샤 (출원인코드: 519980959073)

주소 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고

대리인 성명 신중훈 외 1 명

주소 서울 서초구 서초4동 1678-2 동아빌라트2타운 302호

출원번호 10-2001-0038099

발명의 명칭 전자원제조장치

이 출원에 대한 심사결과 아래와 같은 거절이유가 있어 특허법 제63조의 규정에 의하여 이를 통지하오니 의견이 있거나 보정이 필요할 경우에는 상기 제출기일까지 의견서[특허법시행규칙 별지 제25호의2서식] 또는/및 보정서[특허법시행규칙 별지 제3호서식]를 제출하여 주시기 바랍니다. (상기 제출기일에 대하여 매회 1월 단위로 연장을 신청할 수 있으며, 이 신청에 대하여 별도의 기간연장승인통지는 하지 않습니다.)

[이유]

이 출원의 특허청구범위 제 1-6항에 기재된 발명은 그 출원전에 이 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 아래에 지적한 것에 의하여 용이하게 발명할 수 있는 것이므로 특허법 제29조제2항의 규정에 의하여 특허를 받을 수 없습니다.

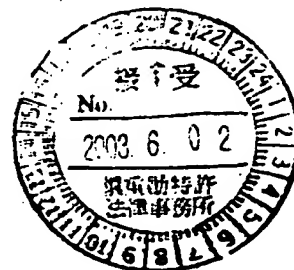
- 아 래 -

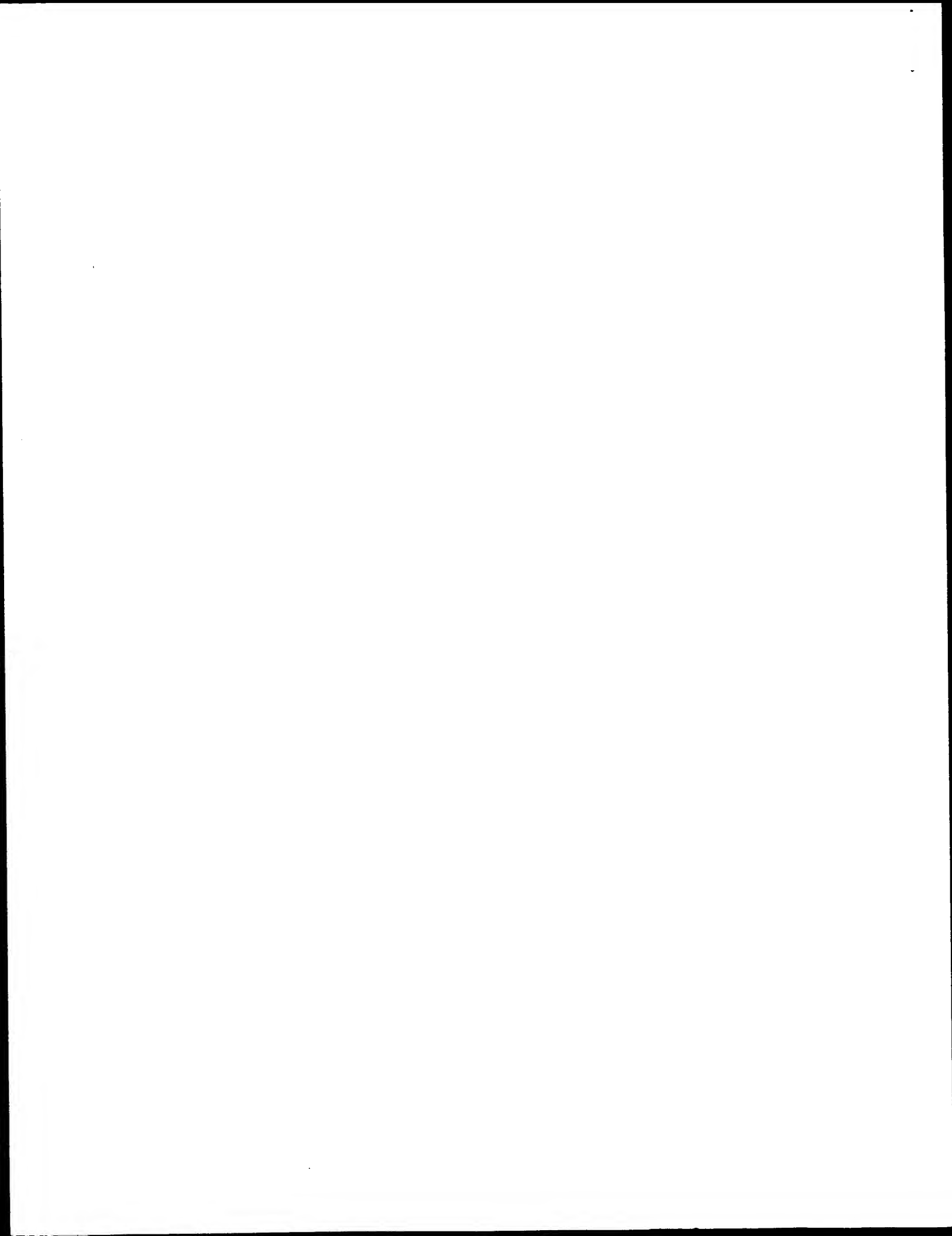
본원의 청구범위 제1항 내지 6항은 기판위에 형성된 도체를 가지는 기판을 지지하면서 기판의 온도를 제어하는 수단을 가지는 지지체와, 가스유입구와 가스배출구를 가지고, 기판 표면의 일부영역을 덮는 용기와, 용기로 가스를 도입, 배출하는 장치와 전압을 도체에 인가하는 장치를 구비한 전자원 제조장치에 관한 것으로서, 이는 국제특허 제2000-14761(2000.3.16)호(이하 "인용예1" 이라함)에서 전도체가 형성된 기판을 지지하는 지지체와, 상기 기판면의 일부를 덮는 용기와, 상기 용기에 기체를 도입하는 도입수단 및 도입구와, 상기 용기로 부터 기체를 배기하는 배기수단 및 배기구와, 상기 전도체에 전압을 인가하는 전압인가수단 및 상기 지지체에 기판의 온도를 조절하는 수단을 구비한 전자원 제조장치의 기술적 구성과 일본 특개평12-173453(2000.6.23)호(이하 "인용예2" 이라함)의 전자방출소자에 전압을 인가하는 수단 및 가열하는 수단, 진공을 유지하는 수단 등을 구비한 복수열의 전자방출원을 제조하는 장치의 기술적 구성으로 부터 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자가 상기 인용예1 및 2에 의해 용이하게 발명할 수 있습니다.

[첨부]

첨부 1 국제특허2000-014761호(2000.3.16)1부

첨부2 일본공개특허공보 평12-173453호(2000.06.23) 1부 끝.





출력 일자: 2003/5/31

2003.05.30

특허청

심사4국

반도체2심사담당관실

심사관 이정재



심사관 박영복



<<안내>>

문의사항이 있으시면 ☎ 042-481-5745 로 문의하시기 바랍니다.

특허청 직원 모두는 깨끗한 특허행정의 구현을 위하여 최선을 다하고 있습니다. 만일 업무처리과정에서 직원의 부조리행위가 있으면 신고하여 주시기 바랍니다.

> 홈페이지([www.kipo.go.kr](http://www.kipo.go.kr))내 부조리신고센터

